

Jordan and Hamburg WP

F-7841

Koji TOJO

日 本 国 特 許 庁 (212) 986-2340

JAPAN PATENT OFFICE

Solid Laser Apparatus

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年11月13日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-328946

[ST.10/C]:

[JP2002-328946]

出 願 人

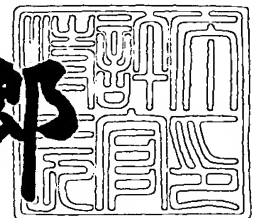
Applicant(s):

株式会社島津製作所

2003年 6月18日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3047478

【書類名】 特許願

【整理番号】 K1020458

【提出日】 平成14年11月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 5/14

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津  
製作所内

【氏名】 東條 公資

【特許出願人】

【識別番号】 000001993

【氏名又は名称】 株式会社島津製作所

【代理人】

【識別番号】 100095511

【弁理士】

【氏名又は名称】 有近 紳志郎

【電話番号】 03-5338-3501

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002233

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 波長変換レーザ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体発光素子と、グレーティング部を内部に形成した光ファイバと、前記半導体発光素子と前記光ファイバとで構成される光共振器から出射した光を入射光としその入射光の高調波光を出力する波長変換素子と、前記波長変換素子からの高調波光の出力を前記波長変換素子の温度変化に関わらず一定に又は略一定に維持するように前記光共振器から出射する光の波長を温度に応じて変化させる共振波長調整手段とを具備したことを特徴とする波長変換レーザ装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の波長変換レーザ装置において、前記共振波長調整手段は、前記グレーティング部を長さ方向に伸縮させるグレーティング部伸縮手段であることを特徴とする波長変換レーザ装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸縮手段は、バー状の感温伸縮部材であり、その感温伸縮部材の間隔を空けた 2 カ所で前記グレーティング部を挟むように前記光ファイバを保持することを特徴とする波長変換レーザ装置。

【請求項 4】 請求項 2 に記載の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸縮手段は、リング状またはディスク状の感温伸縮部材であり、その感温伸縮部材の外周面に前記グレーティング部を含む部分を巻き付けることを特徴とする波長変換レーザ装置。

【請求項 5】 請求項 3 または請求項 4 に記載の波長変換レーザ装置において、前記感温伸縮部材の線膨張係数が、 $5 \times 10^{-5} [K^{-1}] \sim 6 \times 10^{-5} [K^{-1}]$  であることを特徴とする波長変換レーザ装置。

【請求項 6】 請求項 3 から請求項 5 のいずれかに記載の波長変換レーザ装置において、前記感温伸縮部材は、プラスチック材料製であることを特徴とする波長変換レーザ装置。

【請求項 7】 請求項 3 から請求項 5 のいずれかに記載の波長変換レーザ装置において、前記感温伸縮部材は、2 種類以上の異なる線膨張係数をもつ材料を

張り合わせた構造であることを特徴とする波長変換レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長変換レーザ装置に関し、さらに詳しくは、波長変換素子の温度変化に関わらず出力を安定に維持することが出来る波長変換レーザ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、半導体発光素子とグレーティング部を内部に形成した光ファイバとで光共振器を構成したレーザモジュールが知られている（例えば、特許文献1参照）。

また、感温伸縮部材の間隔を空けた2カ所でグレーティング部を挟むように光ファイバを保持し、温度によるグレーティング部の屈折率の変化を打ち消すように感温伸縮部材でグレーティング部を伸縮させて、グレーティング部で反射する光の波長を温度変化に関わらず一定に又は略一定に保つ技術が知られている（例えば、非特許文献1参照）。

さらに、入射光の高調波光を出力する波長変換素子が知られている（例えば、特許文献2参照）。

【0003】

【特許文献1】

特許第3120828号公報

【非特許文献1】

太田育生その他著「WDMシステム用光ファイバグレーティングの開発」古河電工時報，平成11年7月，第104号，第63頁～第68頁

【特許文献2】

特許第3223648号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

特許文献 1 に記載のレーザモジュールと、特許文献 2 に記載の波長変換素子とを組み合わせた波長変換レーザ装置が考えられる。

また、このような波長変換レーザ装置に、非特許文献 1 に記載の技術を適用し、波長変換素子への入射光の波長を温度変化に関わらず一定に維持することが考えられる。

【0005】

しかし、波長変換素子で変換可能な入射光の中心波長は波長変換素子の温度変化で変動し、しかも波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域は例えば約 0.1 [nm] と狭いため、波長変換素子に温度変化があった時に入射光の波長を一定に維持していると、波長変換素子から安定した出力が得られなくなる問題点がある。

そこで、本発明の目的は、波長変換素子の温度変化に関わらず出力を安定に維持することが出来る波長変換レーザ装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

第 1 の観点では、本発明は、半導体発光素子と、グレーティング部を内部に形成した光ファイバと、前記半導体発光素子と前記光ファイバとで構成される光共振器から出射した光を入射光としその入射光の高調波光を出力する波長変換素子と、前記波長変換素子からの高調波光の出力を前記波長変換素子の温度変化に関わらず一定に又は略一定に維持するように前記光共振器から出射する光の波長を温度に応じて変化させる共振波長調整手段とを具備したことを特徴とする波長変換レーザ装置を提供する。

上記第 1 の観点による波長変換レーザ装置では、波長変換素子の温度変化により波長変換素子で変換可能な入射光の中心波長が変動しても、それに追従させて光共振器から出射する光の波長を変化させるため、波長変換素子の温度変化に関わらず出力を安定に維持することが出来る。

【0007】

第 2 の観点では、本発明は、上記構成の波長変換レーザ装置において、前記共振波長調整手段は、前記グレーティング部を長さ方向に伸縮させるグレーティン

グ部伸縮手段であることを特徴とする波長変換レーザ装置を提供する。

上記第2の観点による波長変換レーザ装置では、波長変換素子の温度変化に応じてグレーティング部を長さ方向に伸縮させることにより、波長変換素子で変換可能な入射光の中心波長の変動に追従させて光共振器から出射する光の波長を変化させることが出来る。

#### 【0008】

第3の観点では、本発明は、上記構成の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸縮手段は、バー状の感温伸縮部材であり、その感温伸縮部材の間隔を空けた2カ所で前記グレーティング部を挟むように前記光ファイバを保持することを特徴とする波長変換レーザ装置を提供する。

上記第3の観点による波長変換レーザ装置では、グレーティング部伸縮手段を小型に構成できる。

#### 【0009】

第4の観点では、本発明は、上記構成の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸縮手段は、リング状またはディスク状の感温伸縮部材であり、その感温伸縮部材の外周面に前記グレーティング部を含む部分を巻き付けることを特徴とする波長変換レーザ装置を提供する。

上記第4の観点による波長変換レーザ装置では、光ファイバに局所的な応力が加わるのを避けることが出来る。

#### 【0010】

第5の観点では、本発明は、上記構成の波長変換レーザ装置において、前記感温伸縮部材の線膨張係数が、 $5 \times 10^{-5} [\text{K}^{-1}] \sim 6 \times 10^{-5} [\text{K}^{-1}]$ であることを特徴とする波長変換レーザ装置を提供する。

光共振器からの900～1100nmの間の波長帯域の入射光を、ニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムまたはこれらにMgOをドーピングした非線形光学結晶に光導波路を形成した波長変換素子により波長変換する場合、波長変換素子で変換可能な入射光の波長の温度変化率は、約0.06[nm/K]である。従って、光共振器から出射する光の波長の温度変化率も約0.06[nm/K]にすればよい。

ここで、グレーティング部で反射される波長 $\lambda$  [m] は、グレーティング部の実効屈折率を $n$ とし、グレーティングの周期を $\Lambda$  [m] とするとき、

$$\lambda = 2 \cdot n \cdot \Lambda \quad \dots\dots (1)$$

である。この(1)式から、グレーティング部で反射される波長 $\lambda$ の温度変化率 $\partial \lambda / \partial T$ は、

$$\begin{aligned} \partial \lambda / \partial T &= 2 \cdot (\Lambda \cdot \partial n / \partial T + n \cdot \partial \Lambda / \partial T) \\ &= 2 \cdot n \cdot \lambda \{ (1/n) (\partial n / \partial T) \\ &\quad + (1/\Lambda) (\partial \Lambda / \partial T) \} \quad \dots\dots (2) \end{aligned}$$

となる。ここで、グレーティング部の線膨張係数を $a$ とすると、

$$a = (1/\Lambda) (\partial \Lambda / \partial T) \quad \dots\dots (3)$$

である。(1) (2) (3)式より、

$$\partial \lambda / \partial T = \lambda \cdot \{ (1/n) \cdot (\partial n / \partial T) + a \} \quad \dots\dots (4)$$

となる。

(4)式において、波長 $\lambda$ の温度変化率 $\partial \lambda / \partial T = 0.06$  [nm/K] にすると共に波長 $\lambda = 1000$  [nm] , 実効屈折率 $n = 1.5$ , 実効屈折率 $n$ の温度係数 $\partial n / \partial T = 9 \times 10^{-6}$  [K $^{-1}$ ] を代入して線膨張係数 $a$ を求めると、

$$a = 54 \times 10^{-6} \text{ [K}^{-1}\text{]}$$

となる。

上記第5の観点による波長変換レーザ装置では、感温伸縮部材の線膨張係数を $5 \times 10^{-5}$  [K $^{-1}$ ]  $\sim$   $6 \times 10^{-5}$  [K $^{-1}$ ] とするが、感温伸縮部材と共に伸縮するグレーティング部の線膨張係数は感温伸縮部材の線膨張係数と同じになるので、グレーティング部の線膨張係数が上記線膨張係数 $a$ を略満たすことになる。よって、波長変換素子で変換可能な入射光の波長の温度変化率と、光共振器から出射する光の波長の温度変化率とを合わせることが出来る。

【0011】

第6の観点では、本発明は、上記構成の波長変換レーザ装置において、前記感温伸縮部材は、プラスチック材料製であることを特徴とする波長変換レーザ装置を提供する。

上記第 6 の観点による波長変換レーザ装置では、ABS 樹脂、PPS 樹脂、PBT 樹脂、液晶ポリマー、エポキシ樹脂などのプラスチック材料のいずれか又はこれに添加物を添加して、所望の線膨張係数を得ることが出来る。

【0012】

第 7 の観点では、本発明は、上記構成の波長変換レーザ装置において、前記感温伸縮部材は、2 種類以上の異なる線膨張係数をもつ材料を張り合わせた構造であることを特徴とする波長変換レーザ装置を提供する。

上記第 7 の観点による波長変換レーザ装置では、ステンレスと銅のような 2 種類以上の異なる線膨張係数をもつ材料を組み合わせ、所望の線膨張係数を得ることが出来る。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、図に示す実施形態により本発明をさらに詳細に説明する。なお、これにより本発明が限定されるものではない。

【0014】

－第 1 の実施形態－

波長変換レーザ装置 100 は、光反射面と光出射面とこれらの面で挟まれた領域に電流を注入することにより光を発生し増幅する機能を有する半導体光増幅素子 1 と、半導体光増幅素子 1 で発生した光を集光するレンズ 2 と、内部にグレーティング部 6 を形成した光ファイバ 3 と、光ファイバ 3 から出射した光を集光するレンズ 4 と、入射光の第 2 高調波光を出力する波長変換素子 5 と、グレーティング部 6 を挟む 2 カ所で光ファイバ 3 を保持する第 1 固定部 14 および第 2 固定部 15 を有するバー状の感温伸縮部材 11 とを備えて構成されている。なお、波長変換素子 5 および感温伸縮部材 11 は同じ温度となるように設置されている。

【0015】

第 1 固定部 14 および第 2 固定部 15 は、接着剤または半田付けなどにより、光ファイバ 3 を固定的に保持している。

【0016】

半導体増幅素子 1 と光ファイバ 3 とで光共振器が構成される。すなわち、半導

体光増幅素子 1 を出射した光は、レンズ 2 で集光され、光ファイバ 3 の入射側端面のコア部に入射される。光ファイバ 3 のコア部に入射した光は、グレーティング部 6 で決定される波長の光が反射され、半導体光増幅素子 1 へ戻り、半導体光増幅素子 1 で増幅され、再び半導体光増幅素子 1 を出射し、光ファイバ 3 のコア部に入射する。これが繰り返されることにより、グレーティング部 6 で決定される波長の光が光ファイバ 3 の出射側端面のコア部から出射される。

光ファイバ 3 の出射側端面のコア部から出射された光は、レンズ 4 で集光され、波長変換素子 5 の光導波路端面へ入射され、第 2 高調波光に変換され、光導波路の他方の端面から出力される。

#### 【 0 0 1 7 】

光共振器から 9 0 0 ~ 1 1 0 0 n m の間のある波長帯域の光を出射し、ニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムまたはこれらに M g O をドーピングした非線形光学結晶に、光が伝播する方向に所定の周期で分極反転を施して 9 0 0 ~ 1 1 0 0 n m の間の所定の波長帯域で擬似位相整合を行えるような加工を施し、さらに、光がシングルモードで伝播できるような光導波路を形成した波長変換素子 5 により波長変換する場合、 $5 \times 10^{-5} \sim 6 \times 10^{-5} [K^{-1}]$  の線膨張係数を持つ感温伸縮部材 1 1 を用いる。具体的には、例えば A B S 樹脂、P P S 樹脂、P B T 樹脂、液晶ポリマー、エポキシ樹脂など又はこれに添加物を添加して所望の線膨張係数に調整したプラスチック材料製の感温伸縮部材 1 1 を用いる。

#### 【 0 0 1 8 】

これにより、波長変換素子 5 で変換可能な入射光の波長の温度変化率と、光共振器から出射する光の波長の温度変化率とを合わせることが出来る。

すなわち、波長変換素子 5 の温度変化により波長変換素子 5 で変換可能な入射光の中心波長が変動しても、それに追従してグレーティング部 6 を長さ方向に伸縮させることによって光共振器から出射する光の波長が変化するため、波長変換素子 5 の温度変化に関わらず出力を安定に維持することが出来る。

#### 【 0 0 1 9 】

#### －第 2 の実施形態－

図 2 に示す波長変換レーザ装置 2 0 0 は、第 1 の実施形態に係る波長変換レー

ザ装置 1 0 0 における感温伸縮部材 1 1 の代わりに、2 種類の異なる線膨張係数をもつ材料 1 6、1 7 を張り合わせて所望の線膨張係数（光ファイバ 3 から見た線膨張係数）になるように調整した構造の感温伸縮部材 1 2 を用いた構成である。

#### 【 0 0 2 0 】

感温伸縮部材 1 2 では、光ファイバ 3 に近い材料 1 6 の線膨張係数よりも光ファイバ 3 から遠い材料 1 7 の線膨張係数が小さいように材料を選ぶ。たとえば、材料 1 6 に銅、材料 1 7 にステンレス鋼を用いたバイメタル構造とする。または、材料 1 6 にアルミニウム、材料 1 7 にステンレス鋼を用いたバイメタル構造とする。

#### 【 0 0 2 1 】

##### －第 3 の実施形態－

図 3 に示す波長変換レーザ装置 3 0 0 は、第 1 の実施形態に係る波長変換レーザ装置 1 0 0 におけるバー状の感温伸縮部材 1 1 の代わりに、ディスク状の感温伸縮部材 1 3 を用い、その感温伸縮部材 1 3 の外周面に光ファイバ 3 のグレーティング部 6 を含む部分を巻き付けた構成である。なお、感温伸縮部材 1 3 をリング状としてもよい。

#### 【 0 0 2 2 】

感温伸縮部材 1 3 には、第 1 の実施形態で示したプラスチック材料を用いることが出来る。

#### 【 0 0 2 3 】

温度により感温伸縮部材 1 3 の外周長が伸縮すると、光ファイバ 3 のグレーティング部 6 を含む部分も伸縮する。これにより、波長変換素子 5 で変換可能な入射光の波長の温度変化率と、光共振器から出射する光の波長の温度変化率とを合わせることが出来る。

#### 【 0 0 2 4 】

##### －第 4 の実施形態－

図 4 に示す波長変換レーザ装置 4 0 0 は、第 1 の実施形態に係る波長変換レーザ装置 1 0 0 におけるバー状の感温伸縮部材 1 1 の代わりに、感温・手動調整機

構 2 0 を用いた構成である。

#### 【 0 0 2 5 】

感温・手動調整機構 2 0 は、ベース 2 1 と、そのベース 2 1 上をスライドする移動ナット 2 2 と、その移動ナット 2 2 に螺合している感温伸縮ネジ棒 2 3 と、その感温伸縮ネジ棒 2 3 を手動または工具を用いて回転させうる操作部 2 4 とを具備している。そして、第 1 固定部 1 4 はベース 2 1 に設けてあり、第 2 固定部 1 5 は移動ナット 2 2 に設けてある。

感温伸縮ネジ棒 2 3 は、所望の線膨張係数を持つもので、第 1 の実施形態で示したプラスチック材料を用いることが出来る。

なお、波長変換素子 5 および感温伸縮ネジ棒 2 3 は同じ温度となるように設置されている。

#### 【 0 0 2 6 】

操作部 2 4 を回して感温伸縮ネジ棒 2 3 を回すと、移動ナット 2 2 がベース 2 1 上をスライドし、第 1 固定部 1 4 と第 2 固定部 1 5 の間隔が変わる。これにより、グレーティング部 6 が伸縮し、グレーティング部 6 で反射される光の波長すなわち光共振器から出射する光の波長が変わる。

そこで、最初に、光共振器から出射する光の波長が波長変換素子 5 で変換可能な入射光の波長になるように、操作部 2 4 を回して調整しておく。

その後、波長変換素子 5 が温度変化すると、感温伸縮ネジ棒 2 3 も同じ温度変化により伸縮して第 1 固定部 1 4 と第 2 固定部 1 5 の間隔を変えるため、波長変換素子 5 で変換可能な入射光の波長の温度変化率と、光共振器から出射する光の波長の温度変化率とを合わせることが出来る。

#### 【 0 0 2 7 】

波長変換レーザ装置 4 0 0 は、グレーティング部 6 での反射波長を手動で調整できるため、より取り扱い易くなる。

#### 【 0 0 2 8 】

##### 【発明の効果】

本発明の波長変換レーザ装置によれば、波長変換素子の温度変化により波長変換素子で変換可能な入射光の中心波長が変動しても、それに追従させて光共振器

から出射する光の波長を変化させるため、波長変換素子の温度変化に関わらず出力を安定に維持することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施形態に係る波長変換レーザ装置を示す構成図である。

【図 2】

第 2 の実施形態に係る波長変換レーザ装置を示す構成図である。

【図 3】

第 3 の実施形態に係る波長変換レーザ装置を示す構成図である。

【図 4】

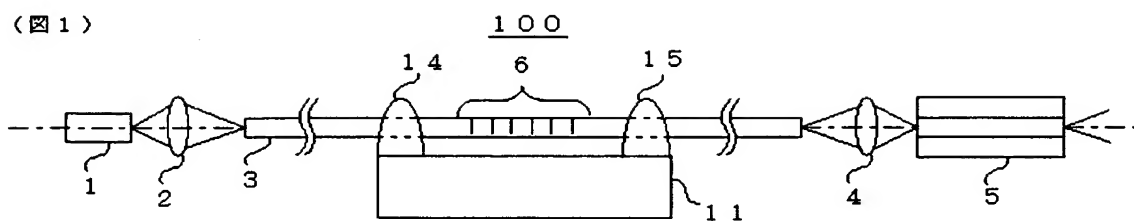
第 4 の実施形態に係る波長変換レーザ装置を示す構成図である。

【符号の説明】

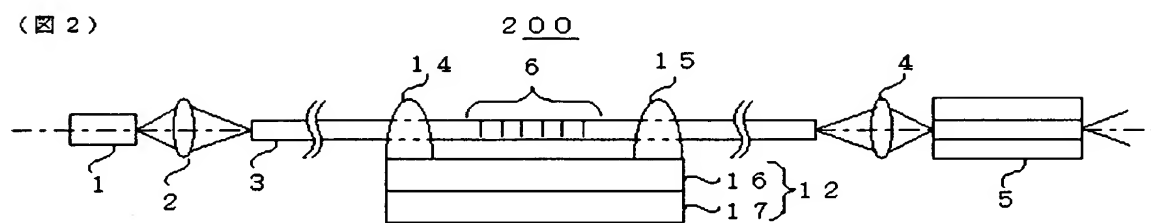
|            |           |
|------------|-----------|
| 1          | 半導体光増幅素子  |
| 2, 4       | レンズ       |
| 3          | 光ファイバ     |
| 5          | 波長変換素子    |
| 6          | グレーティング部  |
| 11, 12, 13 | 感温伸縮部材    |
| 20         | 感温・手動調整機構 |
| 23         | 感温伸縮ネジ棒   |
| 100～400    | 波長変換レーザ装置 |

【書類名】 図面

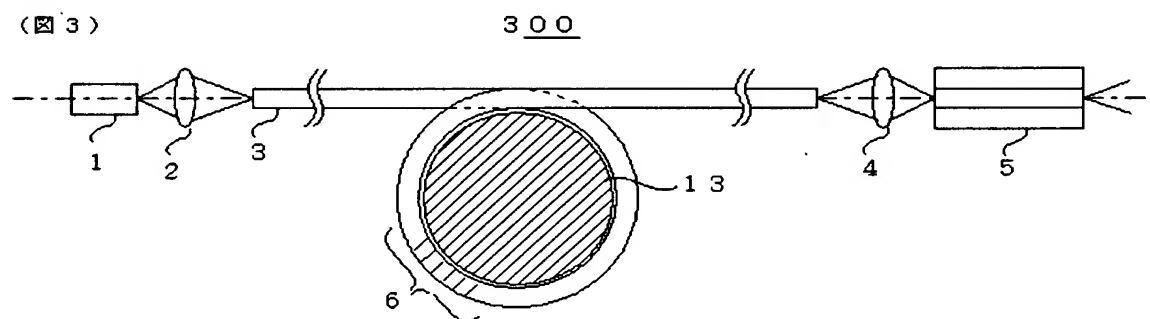
【図 1】



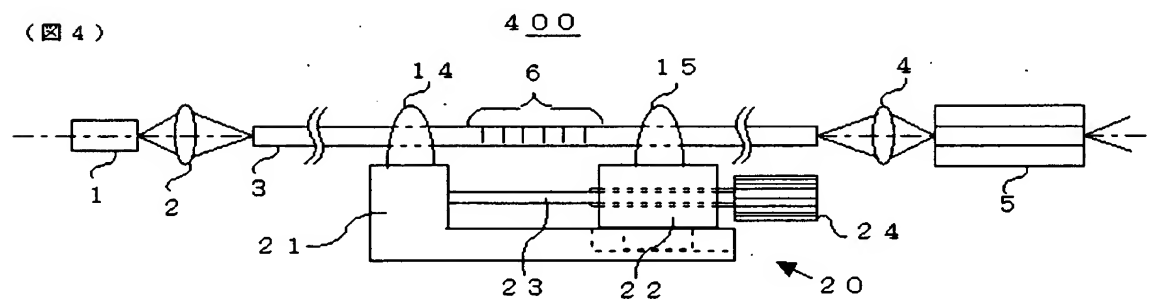
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 波長変換素子の温度変化に関わらず出力を安定に維持する。

【解決手段】 温度変動により感温伸縮部材 1 1 が光ファイバ 3 のグレーティング部 6 を長さ方向に伸縮させ、半導体増幅素子 1 と光ファイバ 3 とで構成される光共振器から出射する光の波長を変化させて、波長変換素子 5 の温度変化により波長変換素子 5 で変換可能な入射光の中心波長が変動したのに追従させる。

【効果】 波長変換素子の温度変化により波長変換素子で変換可能な入射光の中心波長が変動しても、それに追従して光共振器から出射する光の波長が変化するため、波長変換素子の温度変化に関わらず出力を安定に維持することが出来る。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 1 9 9 3]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 7 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地  
氏 名 株式会社島津製作所
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 5 月 1 6 日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地  
氏 名 株式会社島津製作所